

Propriedades elétricas de filmes finos de Mn_3Ge crescidos por epitaxia de feixes moleculares.

Pesquisador Responsável: Pedro Schio de Noronha Muniz

Unidade: Laboratório de Crescimento in-situ(LCIS)/ Laboratório Nacional de Luz Síncrotron(LNLS)

Introdução

Ao se passar uma corrente elétrica em um material com um campo magnético aplicado transversal, surge uma diferença de potencial no material que é perpendicular a corrente e campo magnético. Este efeito é conhecido desde 1879 e foi descoberto por Edwin Herbert Hall e ganhou seu nome. O efeito Hall é extremamente importante no estudo de condutividade elétrica em materiais pois a partir do coeficiente Hall é possível determinar o tipo (elétrons ou buracos) e densidade dos portadores de carga nos materiais.

Historicamente o estudo de materiais com elevados valores de efeito Hall focou-se majoritariamente em materiais ferromagnéticos (FM). Em materiais ferromagnéticos a resistividade Hall inclui uma contribuição adicional ao efeito Hall comum, conhecido como o efeito Hall anômalo. Esse efeito depende da magnetização do material, e é frequentemente maior que o efeito Hall comum. Embora este seja um fenômeno bem conhecido, ainda existem discussões sobre sua origem em diversos materiais. O efeito Hall anômalo pode ser um efeito extrínseco causado pelo espalhamento dos portadores de carga com spin, ou um efeito intrínseco que pode ser descrito em termos do efeito de Fase de Berry no espaço dos momentum do cristal.

Estado da arte

Recentemente foi reportado que materiais antiferromagnéticos (AFM) também apresentam altos valores de efeito Hall. Estes materiais AFM possuem

grande vantagem em aplicações quando comparado aos FM pois são menos suscetíveis a efeitos de campos magnéticos externos, garantindo maior estabilidade. Por outro lado, para a implementação de materiais AFM em spintrônica ser bem sucedida, precisa-se solucionar dois pontos: a descoberta de materiais que apresentem alto valor de efeito Hall em temperatura ambiente e de mecanismos que permitam o controle da estrutura magnética destes materiais.

O primeiro dos problemas pareceu ter sido superado com a recente descoberta de que o composto antiferromagnético chiral de Mn_3Ge que apresenta elevados valores de efeito Hall anômalo. Estes valores são oriundos exclusivamente da estrutura de bandas não convencional (A. K. Nayak, 2016). No entanto do ponto de vista de controle destas estruturas antiferromagnéticas, embora vários esquemas tenham sido propostos teoricamente, a demonstração experimental ainda é desafiadora.

Objetivos

Este projeto de iniciação científica objetiva o crescimento de filmes de Mn_3Ge inicialmente sobre substrato de $SrTiO_3(100)$ através da técnica de epitaxia por feixe molecular (MBE do inglês *Molecular Beam epitaxy*). Epitaxia por feixe molecular é uma técnica para deposição de filmes com alta qualidade e pureza cristalográfica sobre substratos adequados. A técnica se baseia em aquecer um material de alvo para produção de um feixe atômico/molecular que, devido as condições de ultra-alto vácuo da câmara, pode se mover na câmara até atingir um substrato e ser incorporado. A taxa de crescimento é geralmente baixa permitindo o controle da deposição na ordem de camadas atômicas

Dentre as três fases cristalográficas possíveis do composto, iremos estudar propriedades elétricas e magnéticas dos filmes crescidos. As fases cúbicas e tetragonal devem apresentar ferro/ferri-magnetismo enquanto a fase hexagonal apresenta antiferromagnetismo.

Metodologia

- Crescimento de filmes finos de Mn_3Ge sobre substrato de $SrTiO_3$, variando temperatura do substrato durante a deposição. Durante o crescimento existe a possibilidade de acompanhar o crescimento através da técnica de RHEED (do inglês *Reflection High Energy Electron Diffraction*) e também a determinação da estrutura da superfície do filme crescido através de LEED (do inglês *Low energy electron diffraction*).
- Estudo dos filmes crescidos por técnicas de difração de raios-X para verificar a estrutura cristalina e estudos de transporte elétrico dos filmes crescidos.
- Para filmes selecionados, poderemos enviar propostas para estudos em técnicas avançadas como medidas de absorção de raios-X, dicroísmo magnético de raios-X e medidas de foto-emissão resolvida em ângulo.

Além do projeto a ser desenvolvido ao longo desse projeto o(a) estudante poderá ter contato com diversas técnicas modernas de crescimento tais como (PLD, Pulsed Laser Deposition), e também de caracterização de materiais como microscopias de tunelamento e força atômica (STM, Scanning Tunneling Microscopy; AFM, Atomic Force Microscopy), espectroscopia de fotoemissão e de absorção de raios X, entre outros.

Bibliografia

A. K. Nayak, J. E. (2016). *Science Advances*, p. 1501870.